



Filtre multicouche en bande C à résonateurs en boucle-ouverte carrée et plots métalliques flottants

Yann Clavet, Eric Rius, Cédric Quendo, Jean-François Favennec, Christian Person, Christophe Laporte, Christine Zanchi, Pascal Moroni, Jean-Christophe Cayrou, Jean-Louis Cazaux

► To cite this version:

Yann Clavet, Eric Rius, Cédric Quendo, Jean-François Favennec, Christian Person, et al.. Filtre multicouche en bande C à résonateurs en boucle-ouverte carrée et plots métalliques flottants. 15èmes Journées Nationales Microondes, May 2007, Toulouse, France. pp.2.D.3. hal-00525731

HAL Id: hal-00525731

<https://hal.science/hal-00525731>

Submitted on 12 Oct 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Filtre multicouche en bande C à résonateurs en boucle-ouverte carrée et plots métalliques flottants

Yann Clavet, Eric Rius, Cédric Quendo, Jean-François Favennec, Christian Person, Christophe Laporte, Christine Zanchi, Pascal Moroni, Jean-Christophe Cayrou, Jean-Louis Cazaux

LEST - UMR CNRS n°6165, CS 93837, 29238 Brest Cedex 3

CNES -31401 Toulouse Cedex 4

Alcatel Alenia Space - BP 1187 - 31037 Toulouse Cedex 1

yann.clavet@univ-brest.fr, christophe.laporte@cnes.fr, pascal.moroni@alcatelaleniaspace.com

I. Introduction

L'évolution constante et rapide des systèmes de télécommunications conduit à rechercher des solutions hyperfréquences faibles coûts toujours plus performantes et de taille réduite. Afin de satisfaire aux spécifications très sévères des filtres, il est nécessaire d'associer des topologies adéquates, des outils de simulation précis et une technologie maîtrisée. A cet effet, les topologies à base de couplages croisés qui permettent de favoriser les couplages entre résonateurs non adjacents pour améliorer les performances, sont très attractives [1]. Une grande variété de formes de résonateurs planaires a été développée mais généralement implémentée pour des applications de filtre à bande étroite. En effet, pour des filtres plus large bande, des niveaux de couplage plus élevés sont nécessaires, ce qui se traduit par des distances inter-résonateurs très faibles. Une solution pratique pour résoudre cette difficulté est d'utiliser des structures multi niveaux [2]. Dans la littérature, la plupart des filtres multicouches décrits sont à bande étroite (bande passante relative inférieure à 10%), et l'objectif est clairement la réduction de taille. Cet article décrit un filtre présentant une bande passante de 22% et utilisant des résonateurs en boucle ouverte. Les niveaux élevés de couplage sont réalisés en considérant deux niveaux conducteurs et des plots métalliques flottants [3]. Notre objectif est d'illustrer les bénéfices d'une technologie multicouche au travers de la conception d'un filtre large-bande basée sur une approche de type matrice de couplage.

II. Couplages de proximité multicouche et couplages par plots métalliques flottants

Nous considérons un filtre passe-bande quasi-elliptique d'ordre 4 centré à 3,8 GHz, de bande passante relative de 22% et présentant un zéro de transmission à 4,45 GHz. Pour ces spécifications, les coefficients de couplage calculés et le coefficient de qualité externe de ce filtre passe-bande sont : $M_{12} = M_{34} = 0,182$, $M_{23} = -0,204$, $M_{14} = 0,116$ et $Q_{ext} = 5,2$.

L'étape suivante est la réalisation de cette matrice de couplage. Pour faciliter l'implémentation du filtre, nous choisissons des résonateurs demi-onde en boucle ouverte carrée. Ces résonateurs permettent de réaliser des filtres quasi-elliptiques grâce aux différentes configurations de couplage soit de signe positif ou négatif [1]. La technologie microruban (substrat d'alumine classique : $h_s = 254 \mu\text{m}$, $\epsilon_r = 9,9$) permet d'atteindre la valeur de M_{14} , mais pas celles de M_{12} , M_{34} et M_{23} . De telles valeurs conduisent nécessairement à des fentes inter-résonateurs très fines. Ces considérations nous ont conduit à étudier la technologie multicouche présentée à la Figure 1. Basée au LEST sur un procédé « couches épaisses », la technologie consiste en une association d'un substrat d'alumine ($h_s = 254 \mu\text{m}$, $\epsilon_r = 9,9$; $\tan \delta = 0,002$), d'une surcouche diélectrique de $30 \mu\text{m}$ ($\epsilon_r = 4,3$; $\tan \delta = 0,002$) et de conducteurs en or de $4 \mu\text{m}$ d'épaisseur.

Les valeurs de $M_{12} = M_{34}$, M_{23} et M_{14} sont utilisées pour déterminer respectivement les distances inter-résonateurs s_{ab} , s_b et s_a (les résonateurs 1 et 4 sont placés sur le niveau conducteur "a" et les résonateurs 2 et 3 sur le niveau "b"). Lorsque les valeurs de couplages réalisables sur un même niveau sont insuffisantes, il est nécessaire de les augmenter. La Figure 2 présente deux types de configuration conduisant à des niveaux de couplage élevés. Ils consistent à placer un conducteur, qui n'est fixé à aucun potentiel, au-dessous ou au-dessus de résonateurs couplés. Le plot métallique est séparé des résonateurs couplés par une couche diélectrique intermédiaire. Les résonateurs simulés à la Figure 2 sont placés sur le niveau "a" avec et sans plot au niveau conducteur supérieur. Plus la taille du plot est importante, plus les deux pics de résonance sont séparés, et plus le couplage est fort. Les simulations électromagnétiques ont été réalisées avec le logiciel commercial HFSS™.

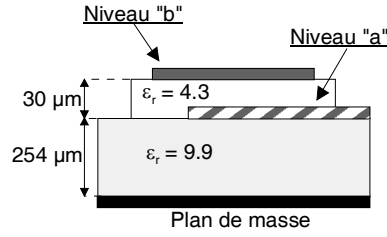


Figure 1 : Structure multicouche.

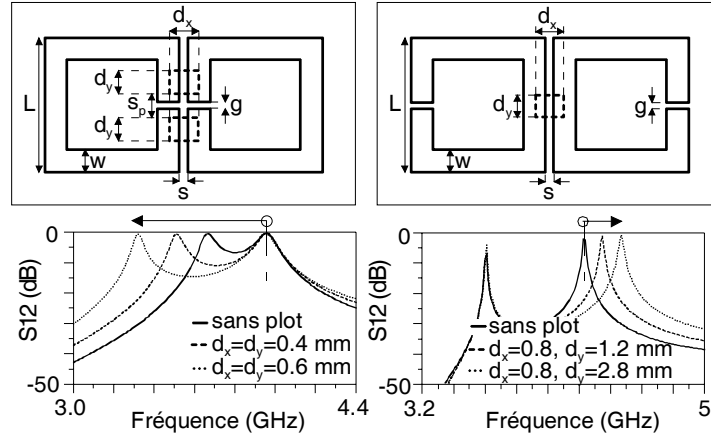


Figure 2 : Configurations de couplage avec et sans plots métalliques flottants.

III. Réalisation et résultats expérimentaux

La Figure 3 présente les masques du filtre final dans lesquels les quatre résonateurs en boucle ouverte sont notés de 1 à 4. Le couplage M_{23} nécessite une configuration de couplage utilisant des plots métalliques flottants contrairement aux couplages $M_{12} = M_{34}$ et M_{14} qui sont réalisés respectivement par des configurations de couplage classique sur deux niveaux et sur un seul niveau conducteur. Les Figures 4a et 4b présentent la photographie du filtre réalisé et une comparaison entre les résultats de simulations électromagnétiques et de mesures. Le niveau de pertes d'insertion mesuré est de l'ordre de 1,13 dB pour une adaptation supérieure à 12,2 dB. En outre, la largeur de bande plus étroite peut être attribuée aux tolérances de fabrication et au couplage entre les résonateurs 2 et 3, plus faible que celui prévu en simulation.

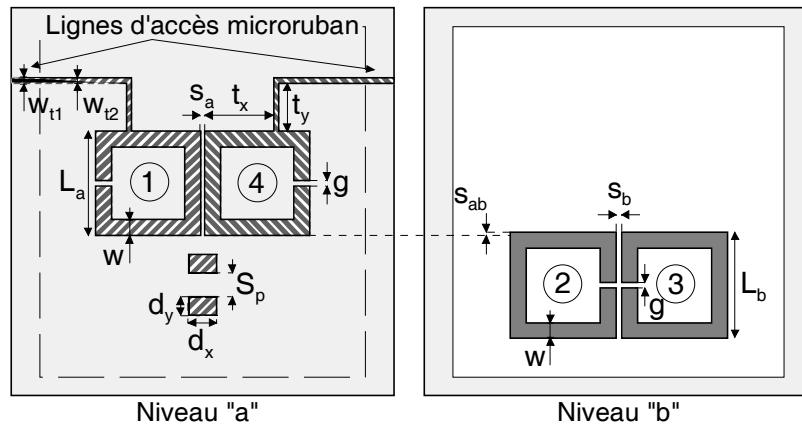
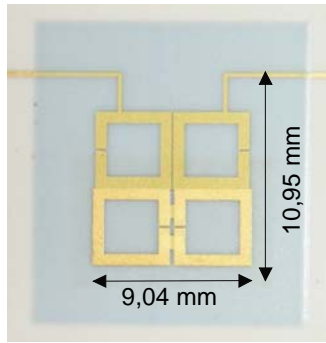
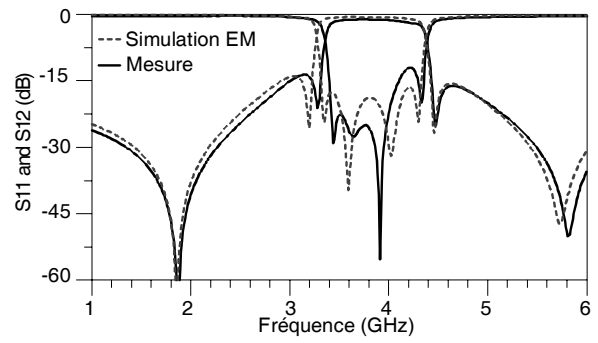


Figure 3 : Masques du filtre passe-bande DBR multicouche d'ordre 4.



(a)



(b)

Figure 4 : (a) Photographie du filtre passe-bande DBR multicouche d'ordre 4. (b) Simulation et résultats de mesure du filtre.

IV. Conclusion

Nous avons présenté dans ce papier un filtre passe-bande de 22% de bande passante conçu à partir d'une approche basée sur une matrice de couplage. L'utilisation d'une technologie multicouche, nous a permis de surmonter les limitations d'une technologie planaire classique. La flexibilité offerte par la technologie multicouche dans la conception dépend du nombre de couches et des possibilités de superposition ; ici, l'utilisation de plots métalliques flottants améliore significativement le couplage. Les performances du filtre mettent en évidence la maîtrise à la fois de la conception et du procédé technologique.

- [1] J.-S. Hong and M. J. Lancaster, « *Couplings of microstrip square open-loop resonators for cross-coupled planar microwave filters* », IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 44, no. 11, pp. 2099-2109, Nov. 1996.
- [2] C. Person, A. Sheta, J.P. Coupez, S. Toutain, « *Design of high performance bandpass filters by using multilayer thick-film technology* », Proc. 24th European Microwave Conference, pp. 466-471, Cannes (France), 1994.
- [3] S. Banba and H. Ogawa, « *Multilayer MMIC directional couplers using thin dielectric layers* », IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 43, no.6, pp. 1270-1275, june 1995.